

フランスにおけるコンクリートの施工に関する二、三の点について

野 口 功*

フランスにおいていくつかのコンクリート橋梁の現場および研究室を見学して歩いたおりに、コンクリートの施工に関して目についた二、三の点に関して記してみたいと思う。まず始めにコンクリートの基本的な問題である配合について述べよう。

1. コンクリートの配合

コンクリート橋梁工事等にごく普通に行われているコンクリートの配合の決定方法には、Vallette の方法と Faury の方法があるが、フランス国鉄では、原則的に Vallette 方法を採用しており (Vallette は国鉄の技師であつた) 公共事業省においてはマス コンクリート、プレストレスト コンクリートに対しては Vallette の方法、鉄筋コンクリートには Faury の方法を用いるのを原則としている。

Faury の方法は砂、砂利の粒度および性質、内壁効果 (型ワクおよび鉄筋の存在がコンクリートの均等性におよぼす効果—l'effet de Paroi)、鉄筋の配置を考慮して Faury によつて実験的に作られた方程式を解くことによつてセメント、砂、砂利の配合比を決定する方法であるが、ここでは Vallette の方法について述べることにする。

この方法は戦後の復旧工事が盛んなころ、各工事に対するコンクリートの配合設計を、実験室においていちいち行つてはとて間合なかつた時代に、現場において骨材のふるい分け試験等を行うことなく簡便にできる方法として案出されたものであるが、現在ではその方法を修正して、実験室、研究所において配合設計が行われている。この方法は 5~15 mm の粒度の部分を欠いた不連続の粒度によるのが原則で、その主旨は最小量のモルタルを用いて最大密度のコンクリートを作ることである。

砂、砂利にセメントペーストがよく附着し、コンクリートとして適当な凝集性をもつためには、骨材の表面が適当の湿潤状態になければならない。この湿潤状態をうるために必要な水量を Vallette は表-1 のように与えている。

実際問題として、現場において使用する砂をふるい分けて、上記の数値により必要な水量を求めるのは厄介なので、砂を手で握つて所要の湿潤状態を判定する場合は

表-1

骨材寸法	骨材 1 m ³ に対して必要な水量
70 ~40 mm	10 kg
25 ~16	18
3.2~ 1.6	80
1.6~ 0.8	120
0.8~ 0.4	200
0.4~ 0.2	280

多いが、公共事業省の研究所 (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées) のやり方では、締め固めない砂をだんだんに湿めらせてゆくと、ある湿潤状態において体積が最大になり (単位容積重量が最小)、このときの水量をもつて、Vallette の湿潤状態のかわりにしている。

つぎに湿潤状態におけるつき固めない砂の空ゲキを求め、この空ゲキをセメントペーストで完全に充填する。セメントペーストはセメントの水和作用に必要な水およびペーストに適当なコンシステンシーを与える水として、セメント重量の 24~25% を加えている。このようにしてモルタルの配合が決定するのであるが、このモルタルのプラスチシティーに対するチェックを行う。これはフローテスト等について行う場合がある。次にこのモルタルを砂利と混ぜてコンクリートを作る。コンクリートのウォーカーピリチーの試験は、立方体供試体の型ワクに鉄筋を配置した (鉄筋の密度はそのコンクリートが打ち込まれる部材の鉄筋配置によつて変え、型ワクの大きさは骨材の最大寸法によつて異なつたものを用いる) なかに、振動機によつて振動させながら打ち込み、その際の締め固め具合によつてプラスチシティーを見ている。十分締め固められたときに砂利がモルタルの上に頭を出していたり (モルタルが不足して)、上の方にモルタルばかりが残つたり (モルタルが多すぎて) することのないよう、モルタルと骨材の配合を試的に決定する。このようにして作つたコンクリートは一般に非常に硬練りでスランプコーンによつてコンシステンシーの測定を行うことができないし、また行つていない。現在いろいろな所で硬練りコンクリートのコンシステンシーの測定方法を研究しているが、公共事業省の研究所では振動機を利用した測定方法を研究していた。一般にこのようにして決定された配合では、単位セメント量は 250 kg 以下になるのが普通であるが、仕様書によつて決められた最小単位セメント量になるように、湿潤砂とセメントペーストを置きかえてもう一度ためし練りを行い、それによつて適当な

* 准員 国鉄鉄道技術研究所コンクリート研究室

プラスチックが得られれば、その配合を現場に適用することになるが、一応供試体を作つて圧縮強度のチェックを行う。もしこの場合、コンクリートのプラスチックが振動機によつてコンクリートを打ち込み得ない状態ならば、多少水を加えてコンクリートのプラスチックを増加させている。

われわれの行う配合の決定方法とのおもな違いは

(1) 始めにコンクリートの所要強度および耐久性から w/c を決定するというをしない。このようにして決められた配合のコンクリートは締め固めによつて、非常に密実で十分なる耐久性が得られると考えている。

(2) コンクリートの配合設計の際に、構造物の設計者によつて与えられる仕様条件は、セメントの種類、骨材の最大寸法、最小単位セメント量、コンクリートの圧縮強度であり、仕様された最小単位セメント量を用いた場合に、コンクリートの圧縮強度は所要の値に達するのが普通である。所要の圧縮強度をうる範囲内で、できるだけセメントの使用量を減らそうとする考え方を行っていない。

(3) AE コンクリートを使用する場合は非常に少なく、そのかわりにウォーカー ビリチー増進剤 (SIKA という商品名のものが多く使用される) を使う場合が多い。

(4) 鉄筋コンクリート構造物のコンクリート施工には振動機を使用することになっているせいもあり、スランプが 0~2 cm のコンクリートを使用している。

(5) 配合設計の際にも、現場の鉄筋配置に合わせた状態でコンクリートを打つてみる等、実証的にコンクリートのウォーカー ビリチーを決めている。現場におけるコンクリート打ち込み方法がほぼ一定しているので (一定台数の振動機を用いる等)、このような方法を容易に行う。

フランス国鉄ではコンクリートの許容圧縮応力度によつて、大体次の4種類にコンクリートを分類している。この分類に従つてセメントの使用量が示方されるわけであるが、大体次のような値である。

表-2

許容圧縮 応力・度 kg/cm ²	最小単位 セメント量 kg/m ³	備 考
45	250	橋台等の無筋部分
56	300	主たる荷重をうけない鉄筋コンクリート
70	350	主筋の鉄筋コンクリート
120	600	{ ロッカー、ベンデュラム等のコンクリート支承

フランス国鉄ではプレストレスト コンクリート橋梁の工事はあまりやつておらないが、道路橋にプレストレスト コンクリートを使用する場合の単位セメント量は筆者の知るかぎりほとんど 400 kg であり、道路橋では鉄筋コンクリートにも 400 kg のセメントを使用しているところもあつた。実際施工するコンクリートには仕様書によつて決められた最小単位のセメント量を用いる

のが普通で、これより多くなることはめつたにない。使用するセメントは C.P.A. (250/315); (普通ポルトランドセメントで標準モルタルを標準養生した場合の圧縮強度が材令 7 日で 250kg/cm², 28 日で 315 kg/cm²), および C.P.B. (普通ポルトランドセメントに 10% のスラグが混入されている) が多い。

2. コンクリートの運搬に関する一例

国鉄の架道橋工事、に圧縮空気式コンクリートポンプによりコンクリートを輸送している例をみた。それは

写真-1 圧縮空気式コンクリートポンプ

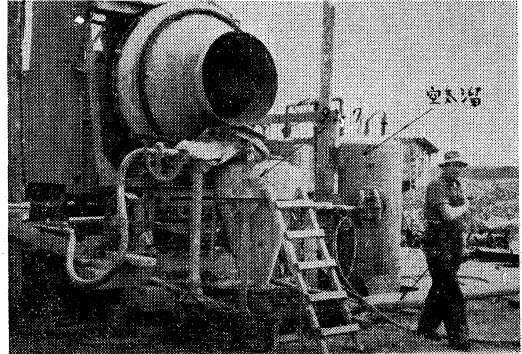


写真-2 圧縮空気式コンクリートポンプによるコンクリートの施工

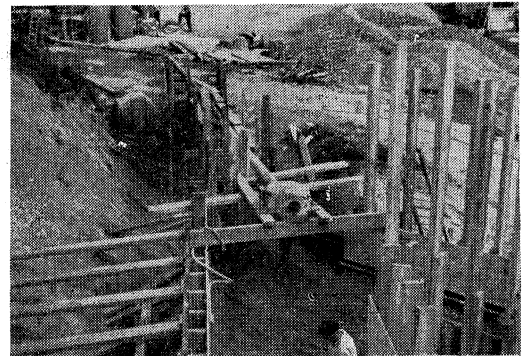


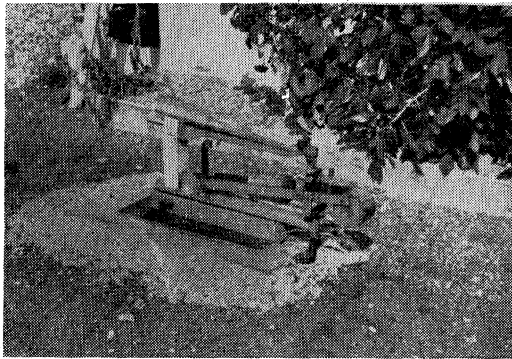
写真-1,2 に示すようなもので、コンクリート プレーサーと同じ原理によつたものである。1バッチのコンクリートを (ミキサーが大きい場合には1バッチのコンクリートを2回、3回に分ける場合もある)、ミキサーのすぐ下にあるタンクに入れフタを閉めて、まず上から圧力をかけてタンクから輸送パイプに送り込み、ついで送り出し用のコックを開いてコンクリートを送り出す。コンクリートはパイプの中を相当な勢いで送られる。このポンプは相当硬練りのコンクリートでないと使用することができない。それは圧縮空気によつてコンクリートを送り出すので (打ち出すという表現の方が適切かもしれない)、コンクリートがパイプの断面を完全にふさいでおらねばならず、相当な速度で送り出されるので 軟らかいコンクリートでは材料が分離してしまうからである。圧

縮空気の圧力は 5~6 kg/cm²で、輸送距離は 50 m 程度であるが、故障がほとんどないので現場における評判は非常によい。ちょうどこの隣の現場ではプランジャー式のコンクリートポンプを使用して、コンクリートを施工していたが、こちらの方はしばしば故障をおこし現場の評判も悪かった。ただ圧縮空気式のポンプでは長距離の輸送ができないのが欠点である。鉄筋コンクリート用のコンクリートの打ち込みにコンクリートプレーサー式のポンプが使用できるのも、硬練りのコンクリートを常識としているからであろう。

3. 現場におけるコンクリートの管理

国鉄のように中小現場が散在している場合に、各現場に圧縮試験機を備えてコンクリートの管理を行うこともできず、そうかといつて現場で作った圧縮試験の供試体を、毎回都会にある実験室まで運搬して試験を行うのも

写真-3 現場においてコンクリートの品質管理に使用されている曲げ引張り試験機



むづかしい。そこでこのような現場では写真-3に示すような曲げ引張り試験機によつて、現場におけるコンクリートの管理を行つている。もちろんこのほか、ときどき圧縮強度試験の供試体を作つて、実験室において試験を行つてチェックをしている。

現場において作られる曲げ引張り試験用供試体は、71×72×284 mm のものと、141×141×564 mm のものがあるが、前者は骨材の最大寸法 25 mm まで、後者は 50 mm までのものに使用されている。

フランス国鉄でこのようなコンクリートの試験方法を採用したのは

(1) 圧縮試験機にくらべて引張り試験機は非常に簡単な構造ですむため、試験機の価格が安くなり、広く現場に普及させることができる。

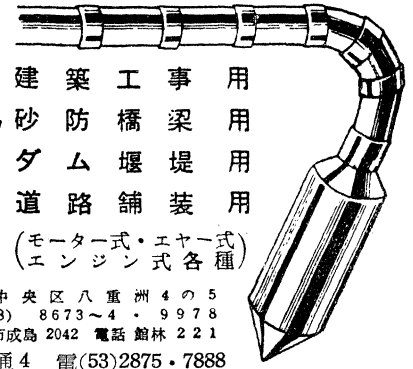
(2) 鉄筋コンクリートにおいても、引張り側のコンクリートにひびわれが出ないことを原則としているので(計算上では引張り側のコンクリートの存在は無視しているが)、コンクリートの引張り強度が問題になり、引張り試験によつてコンクリートの品質を判定するのがより合理的である。

(3) 引張り試験によつて、圧縮試験によるものと同様に、コンクリートのいろいろの品質を判定することができる。

曲げによるコンクリートの試験は昔から考えられており、いろいろな実験も行われ、試験機械も作られたが、現在ではほとんど普及していない。しかしながら中小現場のコンクリートの管理に、もう一度取り上げてみるのも面白いのではないかと思う。


三笠

コンクリート パイプ・タ-



建築工事用
砂防橋梁用
ダム堰堤用
道路舗装用

(モーター式・エアー式
エンジン式各種)



三笠産業株式会社

西部地区総発売元 三笠建設機械株式会社 大阪市西区立売堀北通4 電(53)2875・7888

本社 東京都中央区八重洲4の5
営業所 TEL (28) 8673~4・9978
工場 群馬県館林市成島2042 電話 館林221

土木工学叢書 プレストレストコンクリートの設計および施工 猪股 俊司著
 プレストレストコンクリート構造物のほとんどすべてについて、設計上の理論を統一的に記述し、数値計算例題を多数示し、細部の施工方法について詳述した力作です。
 B5判 850ページ・上製布装箱入 定価 2800円(千100円) 会員特価 2660円(千100円)
 土木学会監修